Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 15, No. 4, Oct- Nov 2019, p. 419-431

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 15، شماره 4، مهر - آبان 1398، ص. 431-419

# خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خامه‌زده شده حاوی پودر شیرین بیان

زهرا حسین‌پور[1]- حجت کاراژیان[2]*

تاریخ دریافت: 1397/06/18
تاریخ پذیرش: 1397/12/13

## چکیده

خامه قنادی از پرمصرف‌ترین فرآورده‌های لبنی در صنایع غذایی است که در شیرینی‌های خامه‌ای، دسرها و کیک‌ها استفاده می‌شود و در اثر هوادهی و زدن خامه معمولی ایجاد می‌شود. این محصول به سبب عطر و طعم خاص آن دارای مطلوبیت بالایی است. یک خامه قنادی با کیفیت مناسب باید یک کف خوب با حجم بالا ایجاد کند. شیرین بیان یکی از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی و از خانواده نخود است. ساپونین تام حاصل از شیرین بیان دارای قدرت خوبی جهت ایجاد کف پایدار می‌باشد و از نظر قدرت کاهش کشش سطحی و امولسیون‌کنندگی نیز دارای قدرت متوسطی می‌باشد. هدف از این پژوهش بررسی تأثیرافزودن پودر شیرین بیان برروی خواص فیزیکی و شیمیایی خامه‌زده شده می‌باشد. نمونه‌ها با افزودن پودر شیرین بیان در سطوح مختلف (صفر، 2، 4، 6 و 8 درصد) تهیه شدند. پارامترهای مورد اندازه‌گیری زمان‌زدن، افزایش حجم، آب‌اندازی، اسیدیته و pH، خصوصیات رئولوژیکی و همچنین آزمون‌های بافت‌سنجی بودند. نتایج نشان داد با افزودن شیرین بیان در فرمولاسیون خامه زده شده پارامترهای زمان زدن، اسیدیته، افزایش حجم و آب‌اندازی افزایش یافت و مقادیر pH محصول کاهش پیدا کرد. بررسی خصوصیات رئولوژیکی نشان داد که تمامی نمونه‌ها رفتار غیرنیوتونی مشخصاً شل‌شونده با برش از خود نشان دادند، به‌طوریکه با افزایش درصد شیرین بیان انحراف از رفتار نیوتونی بیشتر بود. نتایج آزمون‌های بافت‌سنجی افزایش سختی، چسبندگی و نیروی چسبندگی محصول را به دنبال داشت. با توجه به افزایش میزان حجم و بهبود بافت محصول نسبت به شاهد تا سطح غلظت 4 درصد، لذا این سطح جهت فرمولاسیون خامه قنادی پیشنهاد می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** شیرین بیان، خامه زده شده، افزایش حجم، خصوصیات بافتی، ویسکوزیته.

## مقدمه

خامه‌زده شده امروزه به‌عنوان یک محصول که جزء مواد قنادی به‌شمار می‌رود، توسط کارخانجات لبنی تولید می‌شود. این محصول یکی از انواع خامه است که به‌وسیله عمل زدن و وارد کردن هوا در آن حجیم شده و در فرآورده‌های قنادی مورد استفاده قرارمی‌گیرد (عزیزی و همکاران، 1393). خامه در اثر عمل هوادهی به یک سیستم کف تبدیل می‌شود که فاز پراکنده آن حباب‌های هوا و فاز پیوسته آن سرم مایع می‌باشد (قدس روحانی، 1385؛ Smith *et al*., 2000). در حین زدن خامه، حجم زیادی از هوا (60-40 درصد حجمی) به‌صورت حباب‌های بزرگ درون امولسیون اولیه گلبول‌های چربی شیر قرار می‌گیرد (Noda & Shiinoki, 1986). بعد از زدن خامه، اندازه حباب هوا کوچک‌تر شده و در حالی‌که گلبول‌های چربی اطراف حباب‌های هوا متراکم می‌شوند، یک لایه پوششی متراکم شکل می‌گیرد، در این حالت یک فاز آبی پیوسته که گلبول‌های چربی و هوا در آن گسترده‌اند، قابل مشاهده است (Anderson & Brooker, 1988; Noda & Shiinoki, 1986). یک خامه قنادی با کیفیت مناسب باید به‌راحتی زده شود و یک کف خوب با حجم[3] بالا ایجاد کند (Prentice, 1992).

شیرین بیان[4] یکی از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی و از خانواده نخود است که از مواد موثره این گیاه در صنایع داروسازی، نوشابه‌سازی، شیرینی‌سازی و دخانیات استفاده می‌شود (Simon *et al*., 1984). ریشه گیاه شیرین بیان منبعی سرشار از ساپونین است که دارای خواص فیزیکی وشیمیایی متعدد و نیز اثر بر کلسترول می‌باشد. از ساپونین تام حاصل از ریشه شیرین بیان می‌توان جهت مصارف صنعتی و بخصوص صنایع دارویی، غذایی و آرایشی-بهداشتی با اطمینان نسبی بهره جست (مقیمی‌پور و همکاران، 1386). تشکیل کف پایدار یکی از شاخص‌ترین خواص ساپونین‌هاست تا آنجا که از آن به عنوان آزمونی جهت تشخیص حضور ساپونین بهره می‌گیرند. مکانیسم تشکیل کف روشن نیست ولی می‌توان گفت که ویژگی آبدوستی- چربی دوستی (دوگانه دوستی) ساپونین‌ها مسئول آن است

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تربت حیدریه، ایران
2- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تربت حیدریه، دانشگاه آزاد اسلامی، تربت حیدریه، ایران.
(* - نویسنده مسئول: Email: Hojjat_Karazhiyan@yahoo.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.v15i4.75272

3 Overrun
4 Glycyrrhiza glabra

(Hostettman & Marston, 1996). علاوه بر این شیرین بیان یک شیرین‌کننده طبیعی قدرتمند است که به‌طور گسترده‌ای در سراسر جهان در مواد غذایی، صنعت شیرینی‌سازی، محصولات دارویی از قبیل شربت سرفه، مکمل‌های گیاهی، آدامس، نوشابه و آب نبات استفاده می‌شود (Mukhopadhyay & Panja, 2008).

کاراژیان و همکاران (1395) خصوصیات رئولوژیکی عصاره شیرین بیان را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج، رابطه خطی تنش برشی- سرعت برشی را در غلظت‌های مختلف و دماهای مورد مطالعه نشان داد که بیانگر نیوتنی بودن سیال بود. Ibanoglu و Ibanoglu (2000) رفتار کف‌زایی عصاره شیرین بیان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که غلظت بر روی افزایش حجم و پایداری کف اثر مهمی دارد. افزایش حجم با غلظت و زمان ضربه‌زدن افزایش پیدا می‌کند و همچنین پایداری کف با افزایش در غلظت گسترش پیدا می‌کند.

نقی‌زاده رئیسی و همکاران (1387) به بررسی تأثیر پایدار ننده‌ها و مقدار چربی بر ویژگی‌های همزنی و فیزیکی خامه قنادی پرداختند و تأثیر مقادیر مختلف لستین، کاراگینان و WP900 بر استحکام، افزایش حجم، آب پس‌دهی و ویسکوزیته خامه قنادی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش مقدار لستین و کاراگینان، استحکام خامه قنادی افزایش معنی‌داری نشان داد و از طرفی لستین وWP900 افزایش حجم مناسبی در نمونه‌ها ایجاد کردند.

عزیزی و همکاران (1393) تاثیر ایزوله پروتئین سویا و صمغ ثعلب را بر خواص فیزیکی و شیمیایی وحسی خامه‌زده کم‌چرب مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که با افزایش متغیرهای مستقل اسیدیته، ویسکوزیته و میزان افزایش حجم افزایش یافته و درصد چربی و آب‌اندازی در دمای محیط و یخچال در سطح معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت.

فرجی و همکاران (1393) تاثیر صمغ دانه قدومه شهری را بر روی پایداری خامه قنادی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که با افزایش درصد صمغ دانه قدومه، مقدار افزایش حجم افزایش و مقدار آب‌اندازی کاهش یافت ولی در مقادیر گرانروی و درصد افت ارتفاع تفاوت معنی داری در سطح اطمینان 95 درصد مشاهده نشد.

کاتوزیان و همکاران (1393) تاثیر مالتودکسترین را بر ویسکوزیته و رفتار جریانی خامه قنادی مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که با افزودن مالتودکسترین، نمونه‌ها هیچگونه آب‌اندازی از خود نشان نمی‌دهند اما افزایش حجم با افزایش مقدار مالتودکسترین کاهش می‌یابد و ویسکوزیته و قوام محصول هم با افزایش مقدار مالتودکسترین افزوده شده افزایش می‌یابد.

مصرف‌کنندگان و صنعت لبنیات انتظارات خاصی از کیفیت خامه‌های زده شده در ارتباط با طعم، مدت زمان ماندگاری و خصوصیات زده شدن دارند. خصوصیات زده شدن در صنعت با سرعت زده شدن، افزایش میزان حجم و میزان ثبات و استحکام محصول زده شده مورد ارزیابی قرار می گیرد. عوامل فعال‌کننده سطح و استابیلایزرها که اغلب به خامه قنادی افزوده می شوند باعث ایجاد کف بهتری می شوند و اووران و پایداری کف را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Bruhn & Bruhn, 1988). به‌طور کلی هدف از این پژوهش بهبود شرایط تولید خامه زده شده از نظر پارامتر افزایش حجم و بررسی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، رئولوژیکی و بافتی خامه‌زده شده حاوی درصدهای مختلف شیرین بیان می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

خامه خروجی از سپراتور با چربی حدود 70 درصد و شیر پاستوریزه کم‌چرب با 1/5 درصد چربی، pH بین 6/8-6/6 که از نظر بار میکروبی، کلی‌فرم کمتر از 10 cfu/g، E.Coli منفی و شمارش کلی میکروارگانیسم کمتر از $7/5\times10^4$ بود از شرکت لبنی گناباد پاک خریداری شد. کنسانتره پروتئینی شیر با پروتئین 70 درصد از شرکت پگاه فارس و وانیل از شرکت اطمینان هدف توس تهیه گردید. شکر و پودر شیرین بیان از عطاری موجود در بازار خریداری شد و پودر شیرین بیان با الک ریز الک شد.

### تهیه خامه زده شده

برای تهیه خامه زده شده ابتدا درصد چربی خامه خروجی از سپراتور با استفاده از شیر پاستوریزه کم‌چرب تا 30 درصد استاندارد شد. تمامی نمونه‌های خامه زده شده طبق روش اشاره شده توسط عزیزی و همکاران (1393) تهیه شدند، به‌طوریکه نسبت‌ها عبارت بود از: 20 درصد شکر، 0/2 درصد کنسانتره پروتئینی شیر، 0/01 درصد وانیل و سطوح مختلف (2، 4، 6 و 8 درصد) پودر شیرین بیان که با توجه به مجاز بودن استفاده از امولسیفایر در فرمولاسیون خامه زده شده مطابق استاندارد ملی ایران به شماره191، بر اساس روش آزمون و خطا حد ماکزیمم و مینیمم شیرین بیان به‌عنوان یک امولسیفایر طبیعی تعیین شد و سپس محدوده به‌دست آمده به چهار سطح مساوی تقسیم شد که با روش انتخاب شده در پژوهشی که توسط پورثانی و همکاران (1395) بر روی بستنی بدون چربی انجام شد مطابقت دارد. بعد از وزن کردن هریک از مواد با ترازوی دیجیتال (FWE، ژاپن، با دقت 0/01)، ابتدا شیر روی هات پلیت گرم شده و سپس مواد خشک پس از مخلوط کردن به شیر اضافه‌شده و هم‌زده می‌شود تا مواد کاملا حل شده و از کلوخه شدن جلوگیری شود. سپس خامه به شیر اضافه‌شده و کاملا خامه در شیر حل می‌شود. به‌منظور پاستوریزه‌کردن نمونه‌ها، مواد در بن‌ماری (بهداد، ایران) با دمای 80 درجه سانتی‌گراد به مدت 10 دقیقه نگاه داشته می‌شود (Pak, 1995). بعد از 10 دقیقه نمونه جهت سرد شدن در آب سرد قرار داده شد. پس

از سرد کردن نمونه، نمونه‌های تولیدی داخل ظروف پلاستیکی ریخته و به مدت 24 ساعت داخل فریزر قرار داده شد تا تبلور چربی بالا برود و تشکیل ساختار کف در طی زدن تقویت شود. بعد از خنک کردن، خامه برای هوادهی آماده می‌شود (عزیزی و همکاران، 1393). در این پژوهش مشابه پژوهش‌های انجام شده توسط کاتوزیان و همکاران (1393) تأثیر مالتودکسترین بر ویسکوزیته و رفتار جریانی خامه قنادی، فرجی و همکاران (1393) بررسی تاثیر صمغ دانه قدومه شهری بر روی پایداری خامه قنادی و احمدی و همکاران (1391) بررسی امکان کاربرد صمغ فارسی به‌عنوان پایدارکننده در بستنی، شیرین بیان بدون جایگزینی با ترکیبی به فرمولاسیون خامه زده شده اضافه شد.

### آزمون‌های فیزیکی وشیمیایی خامه زده شده

به‌منظور تعیین زمان زدن، مقداری از خامه در یک مخلوط‌کن مجهز با یک سیم زدن استاندارد در سرعت متوسط زده‌شد. مخلوط کردن وقتی که حداکثر افزایش حجم مبنی بر بازرسی بصری حاصل شد متوقف شد و زمان زدن ثبت شد (Van Lent *et al*., 2008).

افزایش حجم نمونه‌ها به وسیله سنجش یک حجم معین از خامه زده نشده با حجم یکسان از خامه زده شده طبق روش امام‌جمعه و همکاران (2008) اندازه‌گیری شد.

جهت اندازه گیری مقدار آب‌اندازی، مقدار آب خارج شده از نمونه‌ها در دمای 24- 26 درجه سانتی‌گراد وزن شد (امیری جم، 1393).

میزان اسیدیته و pH نمونه‌ها مطابق با روش مشخص‌شده در استاندارد ملی ایران به شماره 2852 اندازه‌گیری شد.

خصوصیات رئولوژیکی نمونه‌ها با استفاده از رئومتر (C-LTD80، اتریش) در دمای 4 درجه سانتی‌گراد و سرعت برشی 100-صفر (یک بر ثانیه) بررسی شد (Sajedi *et al*., 2014).

اثرات پودر شیرین بیان بر مشخصات بافتی نمونه‌های خامه زده شده با استفاده از روش اکستروژن برگشتی بررسی شد. سفتی و چسبندگی نمونه‌ها با استفاده از آنالیزر بافت بروکفیلد با استفاده از پروب سیلندر آلومینیومی با قطر 38 میلی‌متر اندازه‌گیری شد. سرعت نفوذ پروب 1 میلی‌متر در هر ثانیه و عمق نفوذ 30 میلی‌متر بود (Nguyen *et al*., 2015).

پارامترهای بافتی اندازه گیری شده شامل سختی، چسبندگی و نیروی چسبندگی می باشند (Zhao *et al*., 2009).

### تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

برای آنالیز نتایج، از طرح آماری پایه کاملا تصادفی یک فاکتوری استفاده شد و برای مقایسه میانگین از آزمون دانکن در سطح آماری 5 درصد بهره برده شد.

## نتایج و بحث

### تأثیرافزودن شیرین بیان بر میزان زمان زدن

زمان زدن نمونه‌ها با افزودن درصدهای مختلف شیرین بیان اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد بین تیمار کنترل و تیمار 2 و 4 درصد اختلاف آماری معنی‌داری وجود ندارد ($p > 0/05$) اما بین تیمار کنترل و تیمار 6 و 8 درصد اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد ($p<0/05$) جدول (1).

**جدول 1- تأثیر افزودن شیرین بیان بر میزان زمان زدن نمونه‌های خامه زده شده**

| درصد شیرین بیان | زمان زدن |
|---|---|
| تیمار کنترل | 6/057± 1/00[C] |
| %2 | 6/537± 0/70[C] |
| %4 | 8/557± 0/54[BC] |
| %6 | 10/363± 1/95[AB] |
| %8 | 12/160± 3/41[A] |

کمترین میزان زمان زدن از نظر کمی مربوط به تیمار کنترل و بیشترین میزان زمان زدن مربوط به تیمار 8 درصد شیرین بیان بود. همانگونه که مشاهده می‌گردد با افزایش درصد شیرین بیان در فرمولاسیون خامه زده شده، زمان زدن خامه روند افزایشی داشت. افزایش زمان زدن را می‌توان اینگونه توجیه کرد که افزودنی‌های پایدارکننده باعث تأخیر سینتیکی کف‌زایی خامه می‌شوند که می‌تواند نه تنها به علت افزایش ویسکوزیته فاز مایع بلکه همچنین به علت برهمکنش پروتئین- پایدار کننده که می‌تواند اندکی مانع از خواص کف‌کردن پروتئین شیر شود، باشد (Camacho *et al*., 1998 ).

امام‌جمعه و همکاران (2008) تاثیر افزایش کنسانتره پروتئین آب پنیر را بر روی خواص فیزیکی خامه شیرین هموژنیزه بررسی نمودند و بیان کردند که مقدار کازئین در دسترس و پروتئین آب پنیر موجود در فاز سرم برای تثبیت حباب‌های هوا در مراحل ابتدائی‌زدن کاهش یافته و احتمالا پیوستن گلبول های چربی به سطح حباب ها به‌عنوان یک پیش ماده ضروری احتمالی به تعویق افتاده که منجربه زمان زدن طولانی‌تر نسبت به خامه هموژنیزه نشده می‌شود.

### تأثیرافزودن شیرین بیان بر میزان افزایش حجم

نتایج نشان داد بین تیمار کنترل و سایر تیمارهای حاوی شیرین بیان در تمامی سطوح اختلاف آماری معنی‌داری وجود ندارد ($p>0/05$) جدول (2). طبق نتایج به‌دست آمده با افزایش میزان شیرین بیان در خامه زده شده تا سطح 4 درصد افزایش حجم تیمارها روند افزایشی داشت اما با ادامه افزایش درصد شیرین بیان، افزایش حجم خامه زده شده کاهش یافت. بیشترین میزان افزایش حجم از

نظر کمی مربوط به تیمار 4 درصد و کمترین میزان افزایش حجم مربوط به تیمار 8 درصد شیرین بیان بود. میزان افزایش حجم تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله نوع اجزای مخلوط نظیر میزان چربی، مواد جامد، شیرین‌کننده‌ها و حضور مواد پایدارکننده می‌باشد (Milani, 1993; Akın *et al*., 2007). ریشه شیرین بیان منبعی سرشار از ساپونین‌ها است. تشکیل کف پایدار یکی از شاخص‌ترین خواص ساپونین‌ها است که می‌توان گفت ویژگی آبدوستی– چربی دوستی (دوگانه دوستی) ساپونین‌ها مسئول مکانیسم تشکیل کف است (Hostettman & Marston, 1996). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت افزایش میزان افزایش حجم تیمارها تا سطح 4 درصد احتمالا به خاطر خاصیت کف‌زایی ساپونین است. از طرفی در مطالعات انجام شده، گزارش شده است که با افزایش غلظت صمغ‌ها (صمغ موجود در شیرین بیان) افزایش حجم در سیستم کف کاهش می‌یابد ( Pasban *et al*., 2014). در واقع با افزایش زیاد ویسکوزیته فاز آبی با افزودن صمغ‌ها، هوا در طی همزنی نمی‌تواند وارد سیستم شود و بنابراین افزایش حجم کمتری را در سیستم شاهد خواهیم بود ( Pasban *et al*., 2014). بنابراین روند کاهشی میزان افزایش حجم در درصدهای 6 و 8 شیرین بیان احتمالا به علت افزایش ویسکوزیته خامه زده شده‌است که با نتایج حاصل از جدول 6 (ضریب قوام، k) همخوانی نشان می‌دهد. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات محققین دیگر مطابقت دارد. از جمله در مطالعه‌ای که کاتوزیان و همکاران (1393) بر روی تاثیر مالتودکسترین بر ویسکوزیته و رفتار جریانی خامه قنادی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که با افزایش غلظت مالتودکسترین تا درصد 6 و 9 مقدار افزایش حجم خامه قنادی کاهش می‌یابد. آنها اظهار کردند این نتایج با توجه به افزایش مقدار مالتودکسترین قابل توجیه می‌باشد که باعث افزایش سختی ساختار خامه قنادی و کاهش در میزان افزایش حجم می‌شود که این مشکل را می‌توان با افزایش استابیلایزر حل نمود و میزان افزایش حجم را افزایش داد. همچنین در تحقیق دیگری که توسط کاتوزیان و همکاران (1394) بر روی تأثیر افزودن مخلوط سوکرالوز و مالتودکسترین بر خواص رئولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی و حسی خامه قنادی انجام شد، نتیجه مشابهی حاصل شد. Camacho و همکاران (1998) با بررسی اثر کاراگینان و صمغ لوبیای خرنوب برروی ویژگی خامه قنادی مشاهده کردند که در غلظت‌های بالاتر از 0/05 درصد کاراگینان و 0/1 درصد صمغ خرنوب ظرفیت هوادهی کاهش یافت، افزایش بیش از حد ویسکوزیته سرم باعث کاهش قابلیت هوادهی و فروپاشی ساختار و در نهایت کاهش مقدار افزایش حجم گردید. فرجی و همکاران (1393) با به‌کاربردن صمغ دانه قدومه شهری در خامه زده شده به این نتیجه رسیدند که با افزایش درصد صمغ قدومه در خامه در سطح 0/05 درصد مقدار افزایش حجم افزایش پیدا کرده اما با ادامه افزایش درصد صمغ، مقدار افزایش حجم، کاهش یافت و علت این پدیده را افزایش خوابیدگی و فشردگی و در نتیجه افزایش دانسیته خامه قنادی بیان کردند.

**جدول 2- تأثیر افزودن شیرین بیان بر میزان افزایش حجم نمونه‌های خامه زده شده**

| درصد شیرین بیان | افزایش حجم |
|---|---|
| تیمار کنترل | 60/000± 8/09 ABC |
| %2 | 66/483± 7/98AB |
| %4 | 71/253± 7/76 A |
| %6 | 56/310± 5/86 BC |
| %8 | 52/253± 4/03 C |

Akın و همکاران (2007) در پژوهش خود، افزایش میزان افزایش حجم بستنی ماستی با افزایش غلظت شکر و اینولین (به‌عنوان ترکیب پایدارکننده و جایگزین چربی) را به دلیل انجام پیوند با مولکول‌های آب، تشکیل شبکه سه بعدی و به دام انداختن این مولکول‌ها داخل شبکه و عدم تحرک آن‌ها گزارش نمودند. احمدی و همکاران (1391) امکان کاربرد صمغ فارسی را به‌عنوان پایدارکننده در بستنی بررسی نمودند و مشاهده کردند که افزودن صمغ ابتدا موجب افزایش میزان افزایش حجم بستنی نسبت به نمونه شاهد شد اما با افزایش سطح صمغ، افزایش حجم روند کاهشی تقریبا منظمی را طی کرد و بیان نمودند در اثر افزایش زیاد ویسکوزیته در حین فرآیند همزدن و انجماد، هوا نمی‌تواند به‌طور مناسب وارد بافت شده و از توزیع مناسب هوا جلوگیری می‌شود (گوهری اردبیلی و همکاران، 1384). همچنین نتیجه پژوهش حاضر با نتایج جوینده و همکاران (1395) در بستنی نیم چرب و اردلان و همکاران (1395) در بستنی سنتی زعفرانی مطابقت دارد

### تأثیرافزودن شیرین بیان بر میزان اسیدیته

نتایج نشان داد بین تیمار کنترل و سایر تیمارهای حاوی شیرین بیان اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد ($p<0/05$) (جدول 3). به‌طور کلی میزان اسیدیته تیمارها نسبت به تیمار کنترل افزایش

یافت. بیشترین میزان اسیدیته از نظر کمی مربوط به تیمار 8 درصد شیرین بیان و کمترین میزان اسیدیته مربوط به تیمار کنترل بود. درصد اسیدیته قابل تیتر خامه زده شده بر حسب اسیدلاکتیک طبق استاندارد ملی ایران به شماره 191، 0/15-0/09 می‌باشد که با افزایش میزان شیرین بیان در فرمولاسیون خامه زده شده، میزان اسیدیته در تیمارهای 6 و 8 درصد شیرین بیان بیشتر از حد استاندارد افزایش یافت. افزایش اسیدیته خامه زده شده با افزایش درصد شیرین بیان، احتمالا به دلیل خاصیت اسیدی‌بودن ساپونین‌های موجود در شیرین بیان می‌باشد (Hostettman & Marston, 1996).

در تحقیقی که غلامحسین‌پور و مظاهری تهرانی (1390) ازکنسانتره پروتئینی شیر برای تولید خامه کم‌چرب استفاده کردند نتیجه مشابهی حاصل شد بدین معنی که با افزایش میزان کنسانتره پروتئینی شیر، اسیدیته نمونه‌ها افزایش یافت که دلیل آن بالاتربودن اسیدیته کنسانتره نسبت به خامه می‌باشد.

**جدول3- تأثیر افزودن شیرین بیان بر میزان اسیدیته نمونه‌های خامه زده شده**

| درصد شیرین بیان | اسیدیته |
|---|---|
| تیمار کنترل | 0/088± 0/01 D |
| %2 | 0/132 ± 0/01 C |
| %4 | 0/149± 0/01 BC |
| %6 | 0/161± 0/01 AB |
| %8 | 0/175 ± 0/01 A |

**تأثیرافزودن شیرین بیان بر میزان pH**

میزان pH نمونه‌ها با افزودن درصدهای مختلف شیرین بیان اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد بین تیمار کنترل و سایر تیمارهای حاوی شیرین بیان در تمامی سطوح اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد ($p<0/05$) و میزان pH تیمارها نسبت به تیمار کنترل کاهش یافت. کمترین میزان pH مربوط به تیمار 8 درصد شیرین بیان و بیشترین میزان pH مربوط به تیمار کنترل بود (جدول 4). به موازات افزایش شیرین بیان در فرمولاسیون و افزایش اسیدیته، pH به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. طبق نظر Hostettman و Marston (1996) ساپونین‌های موجود در عصاره چوبک به دلیل وجود گروه‌های کربوکسیل در بخش قندی یا بخش آگلایکون تا حدی خاصیت اسیدی ایجاد می‌کنند، نظر به تشابه زیاد ساختار ساپونین‌های عصاره شیرین بیان و عصاره چوبک، کاهش pH در اثر افزایش شیرین بیان احتمالا به دلیل خاصیت اسیدی ساپونین‌های موجود در آن می‌باشد. با وجود کاهش pH، در تمامی تیمارها pH در محدوده مجاز تعیین شده (6/8-6/5) توسط استاندارد ملی ایران به شماره 191 می‌باشد.

**جدول4- تأثیر افزودن شیرین بیان بر میزان pH نمونه‌های خامه زده شده**

| درصد شیرین بیان | pH |
|---|---|
| تیمارکنترل | 6/780± 0/01A |
| %2 | 6/697± 0/01 B |
| %4 | 6/613± 0/02 C |
| %6 | 6/573 ± 0/02 D |
| %8 | 6/503 ±0/03 E |

نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات محققین دیگر مطابقت دارد. از جمله کیهانی و همکاران (1394) تاثیر عصاره چوبک[1]وامولسیفایر منو و دی گلیسرید[2] را بر ویژگی‌های کیفی کیک روغنی مقایسه و بررسی نمودند. مشاهده گردید افزوده شدن عصاره چوبک و امولسیفایر منو و دی گلیسرید به تنهایی منجر به کاهش pH خمیر شد که در مورد هر دو افزودنی این کاهش معنی دار نبود ($p<0/05$). کاربرد همزمان آنها این روند کاهشی را تشدید نمود. نقش بیشتر عصاره چوبک در کاهش pH را می‌توان به حضورگسترده ساپونین‌های نوع تری‌ترپنوئید در این عصاره گیاهی نسبت داد که در برخی منابع از آن‌ها با عنوان ساپونین‌های اسیدی نیز یاد شده است (Hostettman & Marston, 1996). همچنین نتایج کاراژیان و کیهانی (1393)که تأثیر

1 *Acanthophyllum glandulosum*
2 E471

عصاره چوبک را به نوان جایگزین سفیده تخم‌مرغ بر کیفیت کیک اسفنجی بررسی نمودند با نتایج این بخش همخوانی دارد.

**تأثیرافزودن شیرین بیان برمیزان آب‌اندازی**

نتایج نشان داد بین تیمار کنترل و تیمار 6 درصداختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد ($p<0/05$) اما بین تیمار کنترل با سایر تیمارها اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0/05$) (جدول 5). بیشترین میزان آب‌اندازی از نظر کمی مربوط به تیمار 6 درصد و کمترین میزان آب‌اندازی مربوط به تیمار 2 درصد شیرین بیان بود. آب‌اندازی در خامه قنادی شکست امولسیون را نشان می‌دهد و ارتباط تنگاتنگی با ویسکوزیته فرآورده دارد ( Dickinson & Stainsby, 1987)، در نتیجه انتظار می‌رود ویسکوزیته بالاتر از خامه زده شده منجر به آب‌اندازی کمتر در محصول نهایی شود. با توجه به نتایج، میزان آب‌اندازی خامه در سطح 2 درصد نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت که احتمالا بدلیل افزایش ویسکوزیته خامه زده شده است. با افزایش درصد شیرین بیان آب‌اندازی نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت که می‌توان علت افزایش آب اندازی در سطح 4 و 6 درصد را به دلیل افزایش خوابیدگی و تراکم بافت خامه قنادی دانست (فرجی و همکاران ،1393). همچنانکه اشاره شد ریشه شیرین بیان حاوی صمغ است (Baran & Fenercioglu , 1991) و صمغ با جذب آب و درگیرکردن آن در شبکه ژلی تشکیل شده، باعث افزایش ویسکوزیته محصول نهایی و در نتیجه کاهش آب‌اندازی خامه می‌شود (عزیزی و همکاران، 1393). در نتیجه احتمالا با ادامه افزایش مقدار شیرین بیان در خامه، خاصیت نگهداری آب صمغ باعث کاهش دوباره مقدار آب‌اندازی خامه شده است. نتایج پژوهش حاضر با نتایج فرجی و همکاران (1393) که تاثیر صمغ دانه قدومه شهری را بر روی پایداری خامه قنادی مورد بررسی قرار دادند مطابقت دارد. در این پژوهش مشاهده شد که در اثر افزایش مقدار صمغ، آب‌اندازی خامه قنادی به شدت کاهش یافت و در سطح 0/05 درصد به صفر رسید. در سطح 0/1 درصد مقدار آب‌اندازی افزایش یافت اما با بیشتر شدن مقدار صمغ موجود در بافت خامه، خاصیت نگهداری آب خود صمغ باعث کاهش دوباره مقدار آب‌اندازی شد. اما با نتایج عزیزی و همکاران (1393) که تاثیر ایزوله پروتئین سویا (SPI) و صمغ ثعلب را بر خواص فیزیکی و شیمیایی و حسی خامه‌زده کم‌چرب مورد بررسی قرار دادند و امام‌جمعه و همکاران (2008) که اثر افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر را بر خواص فیزیکی خامه لبنی شیرین هموژنیزه شده مورد مطالعه قرار دادند، همخوانی ندارد.

**جدول 5- تأثیر افزودن شیرین بیان بر میزان آب‌اندازی نمونه‌های خامه زده شده**

| درصد شیرین بیان | آب‌اندازی |
|---|---|
| تیمار کنترل | 13/700± 2/54 B |
| %2 | 11/960 ±2/52 B |
| %4 | 14/067± 0/15 B |
| %6 | 17/853 ± 2/01 A |
| %8 | 15/017 ± 1/12AB |

**تأثیرافزودن شیرین بیان بر خصوصیات رئولوژیکی**

خصوصیات رئولوژیک نمونه‌های خامه زده شده حاوی پودر شیرین بیان مورد بررسی قرار گرفت که در این پژوهش مدل قانون توان برای تشریح رفتارهای رئولوژیک انتخاب شد:

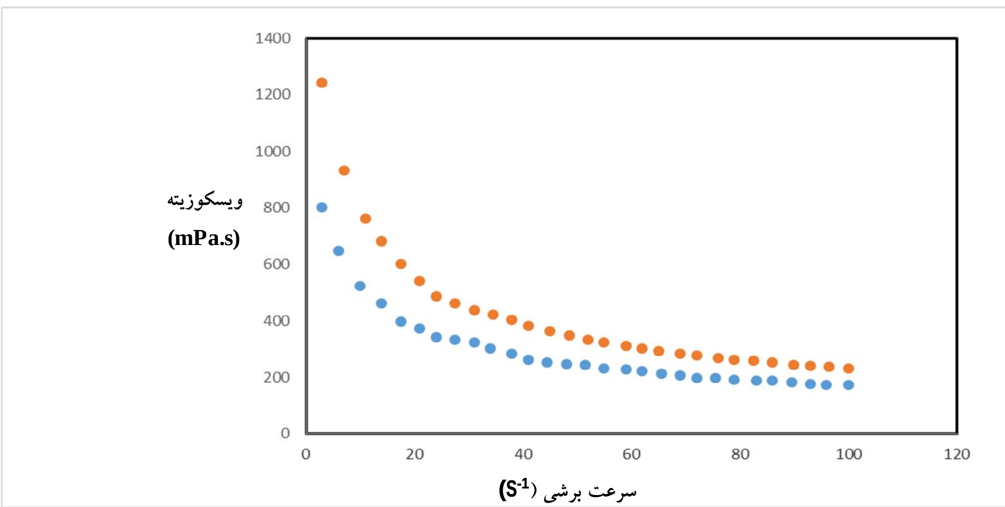
$$\mu = k\gamma^{n-1} \quad (1)$$

که در این رابطه $\mu$ ویسکوزیته (بر حسب Pa.s)، $\gamma$ سرعت برشی ( بر حسب $S^{-1}$)، k ضریب قوام (بر حسب $Pa.s^n$) و n شاخص رفتار جریان (بدون بعد) می‌باشد. مقادیر ضریب قوام، شاخص رفتار جریان و ضریب همبستگی ($R^2$) برای مدل برازش شده در مورد هر کدام از نمونه‌ها در جدول (6) آورده شده است همچنین منحنی تغییرات ویسکوزیته در برابر سرعت برشی برای نمونه شاهد و غلظت 2 درصد در شکل (1) نشان داده شده است. نتایج نشان داد که شاخص رفتار جریان در همه نمونه‌ها کمتر از 1 بود که مؤید رفتار رقیق‌شونده با برش (شبه پلاستیک) مخلوط‌ها است. در واقع عامل تقویت رفتار شل‌شونده با برش، کاهش شاخص رفتار جریان می‌باشد (پورثانی و همکاران، 1395) که با افزایش غلظت شیرین بیان در فرمولاسیون، شاخص رفتار جریان کاهش یافت. ضریب قوام که ملاکی برای اندازه‌گیری بافت مواد غذایی نیمه جامد است ( Sopade & Kassum, 1992) در این پژوهش با افزایش درصد شیرین بیان تا غلظت 6 درصد افزایش و سپس کاهش یافت. با افزایش درصد صمغ موجود در شیرین بیان، به دلیل افزایش تعداد مولکول‌های با وزن مولکولی بالا در فاز مایع و در نتیجه افزا یش مقاومت در برابر جریان، مقدار ضریب قوام نمونه‌ها افزایش یافت ( BahramParvar *et al.*, 2010; Razavi & Karazhiyan, 2008; Emadzadeh *et al.*, 2011). همانطور که در شکل (1) مشاهده می‌شود روند تغییرات ویسکوزیته ظاهری در برابر سرعت برشی بیانگر رفتار شبه پلاستیک نمونه‌ها

است، یعنی ویسکوزیته ظاهری با افزایش سرعت برشی کاهش یافت. بروز چنین رفتاری به این دلیل است که مولکول‌ها در سرعت‌های برشی پایین به‌صورت نامنظم آرایش پیدا می‌کنند و تنها به‌صورت جزئی هم‌راستا می‌باشند که این به ایجاد ویسکوزیته بالا منجر می‌شود. هنگامی که سرعت برشی افزایش می‌یابد هم‌راستایی مولکول‌ها بیشتر می‌شود و در نتیجه اصطکاک داخلی افزایش یافته و ویسکوزیته ظاهری کاهش می‌یابد (Glicksman, 1982; Rha, 1975). لازم به ذکر است که بین کاهش ویسکوزیته و افزایش سرعت برشی رابطه‌ای وجود دارد. بدین صورت که می‌توان گفت در سرعت‌های برشی پایین کاهش شدید ویسکوزیته با سرعت صورت می‌گیرد، اما در سرعت‌های برشی بالاتر این کاهش با روند آهسته‌تری صورت می‌گیرد.

**جدول6- پارامترهای مدل قانون توان برای نمونه‌های خامه زده شده حاوی عصاره شیرین بیان**

| نمونه | k | n | $R^2$ |
|---|---|---|---|
| کنترل | 0/221 | 0/518 | 0/99 |
| 2 درصد | 0/298 | 0/481 | 0/99 |
| 4 درصد | 0/510 | 0/404 | 0/98 |
| 6 درصد | 0/546 | 0/304 | 0/98 |
| 8 درصد | 0/158 | 0/285 | 0/99 |




**شکل 1- منحنی ویسکوزیته در برابر سرعت برشی برای نمونه شاهد (آبی) و نمونه 2 درصد (قرمز)**

کاهش سریع ویسکوزیته با فروپاشی ساختار خامه قنادی توجیه می‌شود (Izidoro *et al.*, 2008; Lim *et al.*, 2008). رفتار شل‌شوندگی با برش اکثر امولسیون‌های تغلیظ شده با روغن به تشکیل شدن دسته‌ها و انباشته‌شدن گلبول‌های چربی مربوط می‌گردد (Quemada, 1998). صمغ‌ها خود دارای خاصیت شل‌شوندگی هستند، لذا باتوجه به وجود صمغ در ریشه شیرین بیان و با افزایش غلظت صمغ‌ها، انحراف بیشتری از حالت نیوتنی در رفتار جریان نمونه‌ها مشاهده می‌شود (جاویدی و همکاران، 1393). روند تغییراتی که در ویسکوزیته مشاهده شد با روند تغییرات آب‌اندازی مشابه بود که با نتایج فرجی و همکاران (1393) همخوانی نداشت.

Soukoulis و همکاران (2009) اثر فیبرهای رژیمی را بر خصوصیات رئولوژیک بستنی مطالعه کرده و نشان دادند که حضور فیبر در ترکیبات نامحلول به‌طور معنی‌داری ویسکوزیته ظاهری و رفتار رقیق‌شوندگی با برش را در بستنی افزایش می‌دهد. مهدیان و همکاران (1392) اثر جایگزینی چربی شیر با اینولین و کنسانتره پروتئینی شیر را بر خصوصیات فیزیکی وشیمیایی و حسی بستنی کم چرب مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که مخلوط کلیه نمونه‌ها دارای رفتار رقیق‌شوندگی با برش (رفتار غیرنیوتنی از نوع شبه پلاستیک) بوده و ویسکوزیته ظاهری با افزایش سرعت برشی کاهش یافت. همچنین نتایج پژوهش حاضر با نتایج پورثانی و همکاران

(1395) که تاثیر صمغ دانه بالنگو و کنسانتره پروتئین آب پنیر را بر خصوصیات رئولوژیکی بستنی بدون چربی بررسی نمودند و نتایج صالحی و همکاران (1395) که ویژگی‌های فیزیکی وشیمیایی، حسی و بافتی کیک اسفنجی غنی‌شده با پودرسیب را مورد بررسی قرار دادند مطابقت دارد.

### تأثیرافزودن شیرین بیان بر پارامترهای بافت سنجی

میزان سختی، چسبندگی و نیروی چسبندگی نمونه‌ها با درصدهای مختلف شیرین بیان اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد با افزایش میزان شیرین بیان در فرمولاسیون خامه زده شده سختی، چسبندگی و نیروی چسبندگی در تمام نمونه‌ها به غیر از 4 درصد روند افزایشی داشت. به‌طور کلی بیشترین میزان سختی، چسبندگی و نیروی چسبندگی از نظر کمی مربوط به تیمار 8 درصد و کمترین میزان این پارامترها مربوط به تیمار 4 درصد شیرین بیان بود. تحقیقات نشان داده است که ویژگی‌های بافتی مواد غذایی تا حد زیادی تحت تأثیر ماهیت و ساختار اجزاء و برهمکنش‌های موجود در بین مواد فرمولاسیون می‌باشد (شهیدی و همکاران، 1392). سختی نشان‌دهنده قدرت ژل نمونه است. افزایش درغلظت صمغ‌ها منجر به افزایش سختی می‌شود (Zhao *et al*., 2009, Javidi *et al*., 2016). بنابراین با افزایش میزان شیرین بیان در فرمولاسیون، سختی افزایش می‌یابد.

صفری بیدختی (1393) طی پژوهشی تاثیر استفاده از عصاره هیدروکلوئیدی چوبک را بر خصوصیات رئولوژیکی و بافتی ماست کم‌چرب بررسی نمود. در این پژوهش از صمغ گیاه چوبک در فرمولاسیون ماست استفاده شد. نتایج نشان داد افزودن غلظت‌های مختلف صمغ چوبک به ماست تفاوت معنی‌داری را در میزان سختی نسبت به نمونه شاهد ایجاد کرد. Akalin و Erisir (2008) اثرات اینولین و الیگوفروکتوز را بر روی مشخصات رئولوژیکی بستنی پروبیوتیک کم‌چرب مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که کاربرد اینولین در ترکیب بستنی کم‌چرب پروبیوتیک منجر به افزایش سختی آن می‌شود. جاویدی و همکاران (1393) کاربرد صمغ‌های دانه ریحان و گوار را به‌عنوان جایگزین چربی در بستنی وانیلی بررسی نمودند و مشاهده کردند که کاربرد صمغ و افزایش مقدار آن، علیرغم کاهش آب در دسترس انجماد، به دلیل افزایش ویسکوزیته باعث سفت‌تر شدن بستنی گردید و برای پارامترچسبندگی روندی مشابه با ویژگی سختی به‌دست آمد.

چسبندگی نشان‌دهنده قابلیت جریان یا حالت مایع مواد است (Clarke, 2012). در واقع چسبندگی این است که می‌توان یک ماده را قبل از شکستن تغییر شکل داد (Civille & Szczesniak, 2002; Szczesniak, 1973).

Zhao و همکاران (2009) در دو تحقیق جدا گانه، تاثیر صمغ گزانتان و هیدروکسی‌پروپیل متیل سلولوز را بر روی خواص بافتی خامه قنادی مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش‌ها رابطه‌ی بین خواص بافتی (سفتی، قوام، چسبندگی و لزجت) خامه قنادی مورد بررسی قرار گرفت و در هر دو مورد یک رابطه مثبت بین پارامترهای ذکرشده با مقدار صمغ گزانتان و هیدروکسی پروپیل‌متیل سلولز مشاهده شد. همچنین نتایج پژوهش حاضر با نتایج باطبی و همکاران (1392) که بهینه‌سازی دسر لبنی با استفاده از استویا و کربوکسی متیل سلولز را انجام دادند و مشاهده کردند که با افزایش میزان استویا و صمغ کربوکسی‌متیل سلولز در فرمولاسیون، چسبندگی بافت به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، مطابقت دارد. قهرمانی و همکاران (1397) گزارش کردند افزایش سفتی، چسبندگی و نیروی چسبندگی در سس مایونز با افزایش درصد جایگزینی عصاره چوبک با تخم‌مرغ به این دلیل است که در مقادیر بالاتر، عصاره چوبک قادر به تشکیل ژل مستحکم‌تری می‌باشد، ساختار امولسیون مستحکم‌تر شده و میزان سفتی، چسبندگی و نیروی چسبندگی سس افزایش می‌یابد.

**جدول7- تأثیر افزودن شیرین بیان بر پارامترهای بافت‌سنجی نمونه‌های خامه زده شده**

| درصد شیرین بیان | سختی(N) | چسبندگی(Jul) | نیروی چسبندگی(N) |
|---|---|---|---|
| تیمار کنترل | 119/463 | -50/075 | -1206/17 |
| %2 | 147/219 | -69/504 | -1460/13 |
| %4 | 70/1975 | -34/2315 | -738/9315 |
| %6 | 149/9945 | -70/3135 | -1506/59 |
| %8 | 160/171 | -84/191 | -1751/87 |

در این پژوهش به دلیل زیاد شدن تعداد آزمون‌ها و نبودن پانلیست آموزش دیده از انجام آزمون‌های ارگانولپتیکی صرف نظر شد اما بر اساس آزمایشات بصری و با توجه به رنگ شیرین بیان، افزایش شیرین بیان تأثیر منفی بر روشنی ظاهری خامه زده شده داشت و

موجب تیره شدن رنگ محصول نهایی شد. علاوه بر این در نمونه‌های حاوی شیرین بیان با توجه به اینکه شیرین بیان حاوی مواد تلخ مانند است (Morton, 1977) در کنار افزایش طعم شیرین، ته مزه تلخ احساس شد که با افزایش درصد شیرین بیان این ته مزه تلخ افزایش یافت.

## نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست آمده از آنالیز آماری مشخص گردید که با افزایش شیرین بیان در فرمولاسیون خامه زده شده، مقادیر زمان زدن و اسیدیته افزایش و pH کاهش و همچنین آب‌اندازی نمونه‌ها تا سطح 6 درصد افزایش و سپس کاهش یافت. افزایش حجم نمونه‌ها نیز تا سطح 4 درصد شیرین بیان افزایش و سپس کاهش یافت. بررسی خصوصیات رئولوژیکی نشان داد که با افزودن شیرین بیان، نمونه‌ها دارای رفتار رقیق‌شونده با برش بوده و ویسکوزیته آن‌ها با افزایش سرعت برشی کاهش یافت. از سوی دیگر با افزودن شیرین بیان سختی، چسبندگی و نیروی چسبندگی در تمامی نمونه‌ها به‌جز 4 درصد افزایش یافت. به‌طور کلی می‌توان گفت با به‌کارگیری شیرین بیان به‌عنوان یک فرآورده گیاهی و کاملا طبیعی در فرمولاسیون خامه زده شده تا غلظت 4 درصد وزنی می‌توان محصولی با افزایش حجم بیشتر و بافتی مطلوب‌تر که از نقطه نظرسلامت مصرف‌کنندگان مفید باشد تولید کرد، علاوه بر این با توجه به کم بودن میزان نیاز استفاده و قیمت مناسب شیرین بیان و همچنین با توجه به بومی بودن و عدم نیاز به واردات، استفاده از آن در صنعت به منظور فرآوری خامه قنادی مقرون به صرفه بوده، بنابراین به‌نظر می‌رسد استفاده از موادی همچون شیرین بیان در صنعت تولید فرآورده‌های هوادهی شده مطلوب می‌باشد.

## منابع


احمدی، م.ا.، رفتنی امیری، ز. و حسینی پرور، س.ه.، 1391، بررسی امکان کاربرد صمغ فارسی به‌عنوان پایدارکننده در بستنی، دومین سمینار ملی امنیت غذایی.

امیری جم، ز .، 1393، مدل سازی پایداری خامه قنادی حاوی صمغ گزانتان و کنسانتره پروتئین آب پنیر با استفاده از روش سطح پاسخ، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس.

اردلان، ب.، پوراحمد، ر. و مهدوی عادلی، ح.ر.، 1395، اثر آنزیم ترانس گلوتامیناز و صمغ لوبیای لوکاست بر ویژگی های فیزیکی شیمیایی و حسی بستنی سنتی زعفرانی، نشریه پژوهش های صنایع غذایی، 27(1)، 26-13.

باطبی، ر.، نقی پور، م.، عندلیب، پ. و نصرا...پور، ب.، 1392، بهینه‌سازی دسر لبنی با استفاده از استویا و کربوکسی متیل‌سلولز، نشریه فرآوری و تولید مواد غذایی، 2، 64-57.

پورثانی، پ.، رضوی، س.م.ع. و مظاهری تهرانی، م.، 1395، تاثیر صمغ دانه بالنگو و کنسانتره پروتئین آب پنیر بر خصوصیات رئولوژیکی بستنی بدون چربی، اولین کنگره بین المللی و بیست و چهارمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، 6-1.

جاویدی، ف.، رضوی، س.م.ع. و مظاهری تهرانی، م.، 1393، بررسی کاربرد صمغ های دانه ریحان و گوار به‌عنوان جایگزین چربی در بستنی وانیلی، بیست و دومین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، 5-1.

جوینده، ح.، دانش، ع. و گودرزی، م.، 1395، تأثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی بر ویژگی‌های فیزیکی، رئولوژیکی، بافتی و ارگانولپتیکی بستنی نیم چرب، نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، 13(4)، 479-469.

شهیدی، ف.، خلیلیان، ص.، محبی، م.، خزایی، ا. و مقامی کیا، ح.، 1392، بررسی اثر نشاسته و گوار بر پارامترهای بافتی، رنگی و پذیرش پاستیل هویج، نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی، 4(2)، 28 -15.

صالحی، ف.، کاشانی‌نژاد، م. و علی پور، ن.، 1395، بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و بافتی کیک اسفنجی غنی شده با پودر سیب، فصلنامه فناوری‌های نوین غذایی، 11، 47-39.

صفری بیدختی، م.، 1393، بررسی تأثیر استفاده از عصاره هیدروکلوئیدی چوبک بر خصوصیات رئولوژیکی و بافتی ماست، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی- علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی- واحد سبزوار، سبزوار.

عزیزی، ش.، مرتضوی، س.ع.، شفافی زنوزیان، م. و هوشمند دلیر، م.ا.، 1393، بررسی تاثیر ایزوله پروتئین سویا (SPI)وصمغ ثعلب بر خواص فیزیکوشیمیایی و حسی خامه زده کم‌چرب، نشریه نوآوری در علوم و فنّاوری غذایی، 4، 18-9.

غلامحسین پور، ع. ا. و مظاهری تهرانی، م.، 1390، استفاده از کنسانتره پروتئینی شیر (MPC-85) در تولید خامه کم‌چرب و ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی و حسی آن، نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، 7(2)، 178-172.

فرجی، ب.، امام جمعه، ز.، الهی، م.، محبی، م. و جودکی، ح.، 1393، بررسی تاثیر صمغ دانه قدومه شهری بر روی پایداری خامه قنادی. سومین همایش ملی علوم وصنایع غذایی، 9-1.

قدس روحانی، م.، 1385، اصول فراوری شیر و فراورده‌های شیری، نشرآموزش کشاورزی، صفحه 78.

قهرمانی، ن.، کاراژیان، ح. و شریفی، ا.، 1397، ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بافتی سس مایونز حاوی عصاره گیاه چوبک به‌عنوان جایگزین تخم‌مرغ، نشریه نوآوری در علوم و فناوری غذایی، 10، 126-117.

کاراژیان، ح.، حسینی بای، ا. و میرزائی، ح.، 1395، خصوصیات رئولوژیکی عصاره شیرین بیان، نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، 12(1)، 200-193.

کاراژیان، ح. و کیهانی، و.، 1393، بررسی تأثیر عصاره چوبک به‌عنوان جایگزین سفیده تخم‌مرغ بر کیفیت کیک اسفنجی، نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، 1، 76-63.

کاتوزیان، ا.، معتمد زادگان، ع. و دانشی، م.، 1393، تاثیر مالتودکسترین بر ویسکوزیته و رفتار جریانی خامه قنادی، همایش ملی علوم و فناوری‌های نوین در صنایع غذایی، 8-1.

کاتوزیان، ا.، معتمد زادگان، ع. و دانشی، م.، 1394، تاثیر افزودن سوکرالوز و مالتودکسترین بر خواص رئولوژیکی، فیزیکیوشیمیایی و حسی خامه قنادی، نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی، 8(1)، 40-23.

کیهانی، و.، مرتضوی، س.ع.، کریمی، م.، کاراژیان، ح. و شیخ الاسلامی، ز.، 1394، بررسی و مقایسه تاثیر عصاره چوبک (*Acanthophyllum Glandulosum*) و امولسیفایر منو و دی گلیسرید بر ویژگی های کیفی کیک روغنی، نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، 4(2)، 172-153.

گوهری اردبیلی، ا.، حبیبی نجفی، م.ب. و حداد خداپرست، م.ح.، 1384، بررسی تاثیر جایگزینی شکر با شیره خرما بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی بستنی نرم، مجله پژوهش‌های علوم صنایع غذایی ایران، 10-1.

مقیمی پور، ا. و خلیلی، س.، 1386، استخراج ساپونین های تام ریشه شیرین بیان و مقایسه فعالیت کاهش دهنده کشش سطحی آن با ساپونین های کیلایا در حضور کلسترول، علوم داروئی، 55 -47.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.، 1385، شیر و فرآورده های آن – تعیین اسیدیته و pH- روش آزمون، استاندارد ملی ایران، شماره 2852، چاپ اول.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.، 1389، خامه پاستوریزه و خامه فرادما(UHT)– ویژگی ها و روش های آزمون، استاندارد ملی ایران، شماره 191، تجدید نظر سوم.

مهدیان، ا.، کاراژیان، ر. و صبری، س.، 1392، بررسی اثر جایگزینی چربی شیر با اینولین و کنسانتره پروتئینی شیر بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی کم چرب، مجلّه نوآوری در علوم و فنّاوری غذایی، 4، 51-44.

نقی‌زاده رئیسی، ش.، شهیدی یاساقی، س. ا.، اسفندیاری، ز. و قربانی حسن سرایی، آ.، 1387، تأثیر پایدارکننده‌ها و مقدار چربی بر ویژگی‌های همزنی و فیزیکی خامه قنادی، مجله الکترونیک فرآوری و نگهداری موادغذایی، 1(1)، 85-73.

Akalin, A.S. & Erisir, D., 2008, Effects of inulin and oligofructose on the rheological characteristics and probiotic culture survival in low fat probiotic ice cream. *Journal of Food Science*, 73(4), 184-188.

Anderson, M. & Brooker, B.E., 1988, *Dairy foams*. P221-255, In E. Dickinson, and G. Stainsby (Eds.), Advances in food emulsions and foams. Elsevier Applied Science, London.

Akın, M.B., Akın, M.S. & Kırmac, Z., 2007, Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. *Food Chemistry*, 104(1), 93-99.

Baran, A. & Fenercioglu, H., 1991, A research study on thedetermination of the properties and preservation of licorice extract. *Gida*, 16(6), 391-396.

BahramParvar, M., Razavi, S.M.A. & Khodaparast, M.H.H., 2010, Rheological characterization and sensory evaluation of a typical soft ice cream made with selected. *Food Science and Technology International*, 16(1), 79-88.

Bruhn, C.M. & Bruhn, J.C., 1988, Observations on the Whipping Characteristics of Cream. Journal of Dairy Science, 71(3), 857-862.

Camacho, M.M., Martinez-Navarrete, N. & Chiralt, A., 1998, Influence of locust bean gum/λ-carrageenan mixtures on whipping and mechanical properties and stability of dairy creams. *Food Research International*, 31(9), 653-658.

Clarke, C., 2012, The Science of Ice Cream. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.

Civille, G.V. & Szczesniak, A.S., 1973, Guidelines to training a texture profile panel. *Journal of Texture Studies*, 4(2), 204–223.

Dickinson, E. & Stainsby, G., 1987, Progress in the formulation of Food emulsions and foams. *Food Technology*, 41, 74-82.

Emadzadeh, B., Razavi, S.M.A. & Hashemi, M., 2011, Viscous Flow Behavior of Low-Calorie pistachio Butter: A Response Surface Methodology. *International Journal of Nuts and Relate Sciences*, 2(1), 37-47.

Emam-Djome, Z., Mousavi, M.E., Ghorbani, A.V. & Madadlou, A., 2008, Effect of whey protein concentrate addition on the physical properties of homogenized sweetened dairy creams. *International Journal of Dairy Technology*, 61(2), 183-191.

Glicksman, M., 1982, Food Hydrocolloids. Boca Raton, Florida, CRC Press Inc, pp, 68–75.

Hostettman, k. & Marston, A., 1996, Chemistry and pharmacology of natural products: Saponins. University press, UK, 7335.

Ibanoglu, E. & Ibanoglu, S., 2000, Foaming behaviour of liquorice (*Glycyrrhiza glabra*) extract. *Food Chemistry*, 70(3), 333-336.

Izidoro, D.R., Scheer, A.P., Sierakowski, M.-R. & Haminiuk, C.W.I., 2008, Influence of green banana pulp on the rheological behaviour and chemical characteristics of emulsions (mayonnaises). *LWT Food Science and Technology*, 41(6), 1018– 1028.

Javidi, F., Razavi, S.M., Behrouzian, F. & Alghooneh, A., 2016, The influence of basil seedgum, guar gum and their blend on the rheological, physical and sensory properties of low fat ice cream. *Food Hydrocolloids*, 52, 625–633.

Lim, S.Y., Swanson, B.G., Ross, C.F. & Clark, S., 2008, High Hydrostatic Pressure Modification of Whey Protein Concentrate for Improved Body and Texture of Low-fat Ice Cream. *Journal of Dairy Science*, 91(4), 1308-1316.

Milani, F.X., 1993, Modification and Pilot Production of Induced Complex Formation between Xanthan Gum and Whey Proteins at Reduced pH Value. *Dissertation Abstracts International*, Abst, 54 (7) 3414.

Morton, J.f., 1977, Major medicinal plants. Charles C. Thomas publishers. Spring field-Illinois, USA.

Mukhopadhyay, M. & Panja, p., 2008, A novel process for extraction of natural sweetener from licorice (Glycyrrhiza glabra) roots. *Separation and Purification Technology*, 63(3), 539-545.

Noda, M. & Shiinoki, Y., 1986, Microstructure and rheological behavior of whipping cream. *Journal of Texture Studies*, 17(2), 189-204.

Nguyen, V., Duong, C.T. & Vu, V., 2015, Effect of thermal treatment on physical properties and stability of whipping and whipped cream. *Journal of Food Engineering*, 163, 32–36.

Pak, T., 1995, Dairy processing handbook. Tetra pak processing systems, Lund, Sweden.

Prentice, J.H., 1992, Dairy rheology, a concise guide. New York: VCH Publishers.

Pasban, A., Mohebbi, M., Pourazarang, H., Varidi, M. & Abbasi, A., 2014, Optimization of foaming condition and drying behavior of white button mushroom (*Agaricusbisporus*). *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 737-744.

Quemada, D., 1998, Rheological modelling of complex fluids. I. The concept of effective volume fraction revisited, 119-127.

Razavi, S.M.A. & Karazhiyan, H., 2008, Flow properties and thixotropy of selected hydrocolloids: Experimental and modeling studies. *Food Hydrocolloids*, 23(3), 908-912.

Rha, C., 1975, Theories and principles of viscosity. In C. Rha (Ed.), "Theory determination and control of physical properties of food materials". Dordreretch, The Netherlands, Reidel, pp. 123-141.

Sajedi, M., Nasirpour, A., Keramat, J. & Desobry, S., 2014, Effect of modified whey protein concentrate on physical properties and stability of whipped cream. *Food Hydrocolloids*, 36, 93-101.

Simon, J.E., Chanwich, A.F. & Craker, L.E., 1984, Herbs: and indixed biliography. The scientific literature on selected herbs and aromatic and medicinal plant of the temperate zone. Elsevier, *Amsterdam*, 1971-1980.

Smith, A.K., Goff, H.D. & Kakuda, Y., 2000, Microstructure and rheological properties of whipped cream as affected by heat treatment and addition of stabilizer. *International Dairy Journal*, 10(4), 295–301.

Sopade, P.A. & Kassum, A.L., 1992, Rheological characterization of akamu a semi-fluid food from maize millet and sorghum. *Journal of Cereal Science*, 15(2), 193-202.

Soukoulis, C., Lebesi, D. & Tzia, C., 2009, Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena. *Food Chemistry*, 115(2), 665–671.

Szczesniak, A.S., 2002, Texture is a sensory property. Food Quality Preference, 13(4), 215–225.

Van Lent, K., Thu Le, C., Vanlerberghe, B. & Van der Meeren, P., 2008, Effect of formulation on the emulsion and whipping properties of recombined dairy cream. *International Dairy Journal*, 18(10-11), 1003-1010.

Zhao, Q., Zhao, M., Li, j., Yang, B., Su, G., Cui, Ch. & Jiang, Y., 2009, Effect of hydromethylcellulose on the textural and whipping properties of whipped cream. *Food Hydrocolloids*, 23, 2168-2173.

Zhao, Q., Zhao, M., Yang, B. & Cui, Ch., 2009, Effect of xanthan gum on the physical properties and textural characteristics of whipped cream. *Food Chemistry*, 116(3), 624-628.

**Iranian Food Science and Technology Research Journal**
**Vol. 15, No. 4, Oct- Nov 2019, p. 419-431**

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 15، شماره 4، مهر - آبان 1398، ص. 431-419

# Physical and chemical properties of whipped cream containing Liquorice powder

**Z. Hosseinpour[1], H. Karazhiyan[2*]**

Received: 2018.09.09
Accepted: 2019.03.04

**Introduction:** Whipped cream is one of the cream products that is widely used in confectionary products and is bulked by whipping and incorporating air bubbles. Cream is converted to a foam system by aeration process. The continuous phase is liquid serum and the dispersed phase is air bubbles. Profit formation of a complex foam-emulsion structure of whipped cream to create a desirable texture is dependent on different factors such as whipping conditions, fat content, and presence of stabilizers. A whipped cream with appropriate quality should contain 30-40% milk fat, easily whippable, and produce good foam with high over run. It should also have a long shelf-life and maintain its stability during preservation. Liquorice is one of the oldest pharmaceutical plants, whose active ingredients are used in pharmacy, confectionary, and beverage industries. The most important active ingredient is glycyrrhizic acid which is 50 times sweeter than sucrose. Its root is also an overflowing source of saponin which has different physiochemical properties. Stable foam formation is a property of saponin index. Liquorice saponin can be used in industrial use especially in pharmaceutical, food, and cosmetics industries. The aim of current research is to evaluate physiochemical and rheological properties and textural attributes of whipped cream containing different levels of liquorice powder as an aerating and foaming agent.

**Matrials and methods:** Whipped cream was produced from cream with at least 70% fat content, low fat pasteurized milk with 1.5% fat content, milk protein concentrate with 70% protein content, vanilla, sucrose, and different levels of liquorice powder (2, 4, 6, and 8%). Whipping time, acidity, pH, over run, and syneresis of final products were evaluated. Rheological properties were studied at $4^0$C and at shear rate 0-100 $S^{-1}$. Textural attributes were evaluated using back extrusion with a cylindrical probe (38 mm diameter) and penetration rate 1 mm/s and penetration depth 30 mm.

**Results and discussion:** Whipping time increased with elevation of liquorice percentage in whipped cream formulation, which is due to presence of stabilizers which can both increase the viscosity of liquid phase and prevent foaming properties of milk proteins from protein-stabilizer interactions. The highest over run belonged to 4% treatment while the lowest magnitude was reported for 8% sample. Over run quantity is dependent on different factors such as mixture ingredients including fat content, solid materials, sweeteners, and presence of stabilizers. Due to presence of saponin in liquorice, it can be concluded that elevation of over run in samples containing liquorice up to 4% is probably because of foaming ability of saponins. From literature review, it has been reported that with the rise in gum concentration (gum in liquorice), over run decreases in the foam system. Generally, with further increase in viscosity of the liquid phase with the growth of gum concentration, air bubbles cannot be introduced to the system through aeration process. Hence, the descending trend in over run of samples containing 6 and 8% liquorice is probably due to higher viscosity of the whipped cream. Acidity content of samples also increased. Acidity increment in whipped cream samples with liquorice rise is probably due to the acidic nature of saponins in liquorice powder. PH was reduced significantly with an increase in liquorice amount in the formulation a growth in acidity. Saponins present in the extract can produce acidic properties to some extent. The highest extent of syneresis in different samples was reported for 6% while the lowest amount was for 2%. Syneresis in confectionary cream shows emulsion rupture and has a close relationship with product viscosity. So it can be expected that higher viscosity in whipped cream results in less syneresis in the final product. According to the results of the current research, syneresis value in 2% was lower compared to control sample, which is probably due to the increase in viscosity of the whipped cream. With elevation of liquorice, syneresis increased compared to the control sample. As indicated, liquorice root has gum and gums increase the viscosity of the final product, thereby reducing syneresis by absorbing water and incorporating it in the gelly network.

1. Graduated Student, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Torbat Heydarieh Branch, Iran.
2. Department of Food Science and Technology, Torbat Heydarieh Branch, Islamic Azad University, Torbat Heydarieh, Iran.
(*- Corresponding Author Email: Hojjat_Karazhiyan@yahoo.com)

Power law model was selected for predicting rheological properties of samples. The results suggested that flow index behavior was less than 1 in all samples indicating non-Newtonian, pesudoplastic behavior. Apparent viscosity versus shear rate showed shear thinning behavior, which indicated that the apparent viscosity diminished with increase in the shear rate. Gums have shear thinning behavior, so regarding the presence of gum in liquorice and augmented liquorice percentage, more deviation from Newtonian state was observed. Textural analysis indicated that hardness, adhesiveness, and adhesive force had an ascending trend with increase in liquorice percentage except for 4% sample. Totally, it can be concluded that a desirable product with higher over run and profit texture can be obtained using liquorice powder as a natural, native, local plant product in whipped cream formulation with pharmaceutical properties which can be potentially useful for the health of consumers.

**Keywords:** *Glycyrrhiza glabra*, Whipped cream, overrun, textural attributes, Viscosity.